

## Revisión

## Arteria mamaria interna esqueletizada versus pediculada: una revisión sistemática

Stefano Urso<sup>a,\*</sup>, Rafael Sadaba<sup>b</sup>, María Ángeles Tena<sup>a</sup>, Raquel Bellot<sup>a</sup>, Luis Ríos<sup>a</sup>, José Manuel Martínez-Comendador<sup>c</sup>, Cipriano Abad<sup>a</sup> y Francisco Portela<sup>a</sup><sup>a</sup> Servicio de Cirugía Cardíaca, Hospital Universitario Dr. Negrín, Las Palmas de Gran Canaria, España<sup>b</sup> Servicio de Cirugía Cardíaca, Complejo Hospitalario de Navarra, Pamplona, España<sup>c</sup> Servicio de Cirugía Cardíaca, Hospital Universitario de León, León, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

On-line el 8 de abril de 2019

Palabras clave:

Revisión sistemática  
Arteria mamaria interna  
Esqueletización  
Bypass aortocoronario

## RESUMEN

Las guías clínicas de la ESC/EACTS de 2018 establecen que «la esqueletización de la arteria mamaria interna (AMI) se recomienda en pacientes con alto riesgo de infección de la herida esternal». Esta indicación no aclara en qué tipo de pacientes se debe aplicar la técnica de esqueletización de la AMI. Por este motivo, proponemos la presente revisión.

Se realizó una búsqueda en Medline hasta noviembre de 2018. Los criterios de inclusión fueron: estudios publicados en inglés, realizados en humanos, que compararon la AMI esqueletizada versus pediculada y que publicaron al menos uno de los siguientes resultados: flujo, permeabilidad, longitud y calibre del injerto, incidencia o riesgo de infección de la herida esternal.

En total se encontraron 208 artículos, de los cuales se incluyeron 30. La mayoría de los estudios incluidos en la presente revisión sistemática muestran que la esqueletización de la AMI proporciona un beneficio significativo en términos de menor riesgo de infección esternal y aumento de la longitud, calibre y flujo del injerto, en comparación con la AMI pediculada. Los beneficios clínicos de la esqueletización son evidentes especialmente, pero no exclusivamente, en pacientes sometidos a cirugía con AMI doble y en pacientes diabéticos.

En conclusión, la esqueletización de la AMI debe recomendarse en pacientes sometidos a una cirugía con uso de AMI doble y en pacientes diabéticos. Los beneficios clínicos de la esqueletización en pacientes que se someten a cirugía con uso de AMI única no están respaldados por evidencia sólida.

© 2019 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Skeletonized versus pedicled internal mammary artery: A systematic review

## ABSTRACT

The European Society of Cardiology (ESC) and European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) 2018 guidelines state “skeletonised internal mammary artery (IMA) dissection is recommended in patients with a high risk of sternal wound infection”. This indication does not clarify in which type of patients the IMA skeletonisation technique should be applied. For this reason, review is presented.

A Medline search was conducted up to November 2018. The inclusion criteria were: studies published in English, conducted on humans, those that compared skeletonised versus pedicled IMA, and published at least one of the following results: flow, permeability, length and graft calibre, and incidence or risk of sternal wound infection.

A total of 208 articles were found, of which 30 were included. Most of the studies included in the present systematic review show that IMA skeletonisation provides a significant benefit in terms of lower risk of sternal infection, and increase in length, calibre, and flow of the graft, in comparison with pedicled IMA. The clinical benefits of skeletonisation are evident, especially, but not exclusively, in patients undergoing double IMA surgery and in diabetic patients.

In conclusion, IMA skeletonisation should be recommended in patients undergoing surgery with the use of double IMA and in diabetic patients. The clinical benefits of skeletonisation in patients undergoing surgery with the use of a single IMA are not supported by solid evidence.

© 2019 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Keywords:

Systematic review  
Internal mammary artery  
Skeletonisation  
Coronary artery bypass grafting

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: stefano\_urso@inwind.it (S. Urso).

## Introducción

Las guías clínicas de la *European Society of Cardiology/European Association for Cardio-Thoracic Surgery* (ESC/EACTS) de 2018 sobre revascularización miocárdica<sup>1</sup> establecen que «la esqueletización de la arteria mamaria interna (AMI) se recomienda en pacientes con alto riesgo de infección de la herida esternal» (clase I, nivel B). Esta indicación prudente y de alguna manera inespecífica no aclara en qué tipo de pacientes se debe aplicar la esqueletización de la AMI. Por este motivo, proponemos la presente revisión construida de acuerdo con un protocolo estructurado y previamente publicado<sup>2</sup>.

## Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda de la literatura en Medline hasta noviembre de 2018 mediante la interfaz Pubmed usando los siguientes términos: *skeletonized*[All Fields] AND («mammary arteries»[MeSH Terms] OR («mammary»[All Fields] AND «arteries»[All Fields]) OR «mammary arteries»[All Fields] OR («internal»[All Fields] AND «mammary»[All Fields] AND «artery»[All Fields]) OR «internal mammary artery»[All Fields]).

Los criterios de inclusión fueron: estudios publicados en inglés, realizados en humanos, que compararon la AMI esqueletizada versus pediculada e informaron al menos uno de los siguientes resultados: flujo, permeabilidad, longitud y calibre del injerto, incidencia o riesgo de infección de la herida esternal (IHE). Casos clínicos, revisiones no sistemáticas, editoriales y cartas al editor fueron excluidos.

## Resultados

La búsqueda en Medline proporcionó 205 artículos, a los que se añadieron 3 obtenidos por búsqueda manual. De estos, 178 se excluyeron por los siguientes motivos: no se realizó comparación entre AMI esqueletizada y pediculada (n = 128), no se informó sobre ningún resultado de interés (n = 31), revisiones no sistemáticas (n = 6), cartas al editor (n = 5), artículos editoriales (n = 3), texto no en inglés (n = 2), caso clínico (n = 1), estudio experimental (n = 1), publicación secuencial (n = 1).

Por lo tanto, la presente revisión sistemática incluyó 30 artículos, cuyos resultados se describen en la [tabla 1](#).

El impacto de la esqueletización de la AMI en la IHE fue analizado por 6 metaanálisis<sup>3-8</sup>, 11 estudios retrospectivos<sup>9-19</sup>, un análisis prospectivo<sup>20</sup>, una revisión sistemática<sup>21</sup> y una específica guía clínica<sup>22</sup>. Todos los metaanálisis mostraron que la esqueletización de la AMI disminuye de forma independiente el riesgo de IHE en comparación con la técnica pediculada. De estos estudios, 3<sup>3,4,7</sup> realizaron una comparación entre grupos de pacientes sometidos a cirugía de AMI doble pediculada versus esqueletizada y 3<sup>5,6,8</sup> propusieron una comparación entre grupos de paciente sometidos genéricamente a cirugía con uso de AMI (única o doble) esqueletizada versus pediculada. El primero de estos estudios<sup>5</sup> propuso un análisis de meta-regresión que documentó un claro incremento del beneficio de la esqueletización respecto a la técnica pediculada en la población diabética. Al mismo tiempo, la meta-regresión mostró que la proporción de uso de AMI doble no modulaba el beneficio de la esqueletización, lo que podría significar que el impacto positivo de la esqueletización sobre la reducción de IHE está presente incluso con el uso de AMI única. Paralelamente, otro metaanálisis<sup>8</sup> documentó un evidente beneficio clínico de la esqueletización, en términos de reducción de riesgo de IHE, en el análisis agrupado de todos los estudios incluidos, siendo este efecto más evidente cuando se analizaron pacientes diabéticos o pacientes sometidos a cirugía con uso de AMI doble.

Entre los análisis retrospectivos, 9<sup>9,11-13,15-19</sup> informaron una tasa significativamente más alta de IHE en el grupo donde la AMI se había preparado de forma pediculada (3 de estos<sup>14,15,19</sup> se llevaron a cabo en poblaciones diabéticas) y 2<sup>10,14</sup> informaron una tasa no significativamente más alta de IHE, siempre en el grupo de pacientes con AMI pediculada.

De los estudios retrospectivos que mostraron un beneficio claro en términos de reducción del riesgo de IHE en el grupo de AMI esqueletizada, 3 se realizaron con un análisis estadístico sólido basado en el *propensity score* con ajuste multivariable<sup>9,12</sup> o con emparejamiento<sup>11</sup>. En particular, el primero<sup>9</sup> es el estudio retrospectivo más grande de la presente revisión, con una población muestral de 2.056 pacientes obtenidos del ensayo ART. En este estudio no se documentaron diferencias en términos de riesgo de IHE entre el grupo de AMI única pediculada y el grupo de AMI doble esqueletizada. Al mismo tiempo, se mostró claramente que el grupo de AMI doble pediculada, en comparación con el de AMI única pediculada, casi duplica el riesgo de complicaciones de la herida esternal.

Tanto la revisión sistemática<sup>21</sup> como la guía clínica de la *Society of the Thoracic Surgeons* (STS)<sup>22</sup> establecen que la esqueletización reduce el riesgo de IHE. La revisión sistemática<sup>21</sup> se basa en 11 estudios (entre ellos 2 metaanálisis, un ensayo clínico aleatorizado [ECA] y 8 estudios no aleatorizados). La guía clínica sobre conductos arteriales fue publicada en 2016 por la *Workforce on Evidence Based Surgery* de la STS<sup>22</sup>. La misma se basa en 103 estudios clínicos y sugiere que la esqueletización debe considerarse con una recomendación clase IIa. La guía de la STS, además, documenta que la esqueletización produce un importante beneficio clínico en pacientes que se someten a la cirugía con uso de AMI doble o en pacientes diabéticos aun cuando se sometan a cirugía con AMI única.

La longitud del injerto fue analizada por 2 estudios retrospectivos<sup>10,24</sup>, un metaanálisis<sup>6</sup>, un análisis prospectivo<sup>20</sup>, un ECA intra-pacientes<sup>23</sup> y una revisión sistemática basada en 12 estudios<sup>25</sup>. Todos ellos, excepto uno<sup>20</sup>, mostraron que la esqueletización proporciona injertos de AMI más largos. Además, la revisión sistemática<sup>25</sup> sugiere la esqueletización de la AMI como procedimiento estándar en pacientes diabéticos que se someten a cirugía con uso de AMI doble (a expensas de 15-20 min adicionales por operación).

Los datos sobre los flujos de AMI fueron analizados por 3 metaanálisis<sup>6,27,29</sup>, un ECA intra-pacientes<sup>23</sup>, 3 ECA entre-pacientes<sup>26,28,30</sup>, 3 estudios retrospectivos<sup>10,18,24</sup>, una revisión sistemática<sup>25</sup> y un estudio prospectivo de cohorte<sup>20</sup>. Todos ellos, excepto el ECA intra-pacientes<sup>23</sup>, documentaron flujos más altos de las AMI esqueletizadas en comparación con las pediculadas.

Los datos del calibre de la AMI fueron analizados por 3 artículos: un metaanálisis<sup>6</sup>, una revisión sistemática<sup>25</sup> y un ECA<sup>30</sup>. Todos ellos documentaron mayor calibre de las AMI esqueletizadas en comparación con las pediculadas.

Cuatro artículos procesaron datos de permeabilidad del injerto: 2 estudios retrospectivos<sup>10,13</sup>, un metaanálisis<sup>31</sup> y una revisión sistemática<sup>32</sup> basada en 9 estudios de cohortes retrospectivos y 8 prospectivos. Ninguno de los artículos incluidos en la presente revisión sistemática documentó diferencias en términos de permeabilidad entre las AMI esqueletizadas y las pediculadas.

## Discusión

Inevitablemente la preparación de la AMI como injerto de cirugía coronaria puede comprometer el flujo de sus ramas perforantes, que son responsables, junto con la arteria toraco-acromial y la arteria torácica lateral, de la mayor parte del suministro de sangre del tórax anterior<sup>33</sup>. En particular, las AMI vascularizan los

**Tabla 1**  
Descripción de los estudios incluidos

Autor, fecha y país, tipo de estudio (nivel de evidencia)	Grupos de pacientes / estudios incluidos	Resultados extraídos	Resultados clave	Conclusiones
Sa et al., 2015 Int J Surg Brasil <sup>3</sup> Metaanálisis (nivel 1 a)	8 estudios comparando: 1.698 AMI dobles esqueletizadas versus 935 AMI dobles pediculadas	Infección de herida esternal	AMI dobles esqueletizadas versus AMI dobles pediculadas: OR 0,327; IC 95%: 0,217-0,492; p < 0,001 Impacto de la proporción de pacientes diabéticos en la modulación del efecto de esqueletización según la meta-regresión: coeficiente -0,01; IC 95%: -0,02-0,01; p = 0,08	Cuando se utilizan ambas AMI, la esqueletización disminuye el riesgo de IHE, independientemente de la edad o el sexo. La diabetes puede tener un papel de modulación positiva del beneficio de la esqueletización
Dai et al., 2013 Ann Thorac Surg China <sup>4</sup> Metaanálisis (nivel 1 a)	7 estudios comparando: 3.023 AMI únicas pediculadas versus 2.975 AMI dobles esqueletizadas 13 estudios comparando: 21.226 AMI únicas pediculadas versus 11.448 AMI dobles pediculadas	Infección de herida esternal	AMI únicas pediculadas versus AMI dobles esqueletizadas: OR 0,84; IC 95%: 0,54-1,31; p = 0,44  AMI únicas pediculadas versus AMI dobles pediculadas: OR 0,63; IC 95% 0,45-0,87; p = 0,006	El uso de AMI dobles pediculadas, pero no esqueletizadas, aumenta el riesgo de IHE
Sa et al., 2012 ICVTS Brasil <sup>5</sup> Metaanálisis (nivel 1 a)	22 estudios comparando: 2.424 AMI esqueletizadas versus 2.393 AMI pediculadas	Infección de herida esternal	AMI dobles esqueletizadas versus AMI dobles pediculadas: OR 0,443; IC 95%: 0,323-0,608; p < 0,001 Impacto de la proporción de pacientes diabéticos en la modulación del efecto de esqueletización según la meta-regresión: cCoeficiente -0,02, IC 95%: -0,03-0,01, p = 0,016 Los coeficientes de meta-regresión no fueron estadísticamente significativos para IHE y proporción de mujeres, uso de AMI dobles y edad media	La esqueletización reduce la incidencia de IHE comparado con el uso de AMI pediculada. Cabe destacar que, de acuerdo con la meta-regresión, este beneficio es independiente del uso de AMI dobles o el sexo del paciente, y aumenta en la población diabética
Hu et al., 2011 Ann Thorac Surg China <sup>6</sup> Metaanálisis (nivel 1 a)	5 estudios comparando: 156 AMI esqueletizadas versus 377 AMI pediculadas 3 estudios comparando: 78 AMI esqueletizadas versus 52 AMI pediculadas	Longitud del injerto  Calibre del injerto	AMI esqueletizada versus AMI pediculada: diferencia de medias ponderada combinada: 1,99 cm; IC 95%: 0,87-3,11; p = 0,001 AMI esqueletizada versus AMI pediculada: diferencia de medias ponderada combinada: 0,13 mm; IC 95%: 0,07-0,20; p < 0,0001	La AMI esqueletizada es más larga, tiene mayor calibre y mayor flujo comparada con la AMI pediculada. Además, el uso de AMI esqueletizada disminuye significativamente el riesgo de IHE
	7 estudios comparando: 260 AMI esqueletizadas versus 447 AMI pediculadas	Flujo del injerto	AMI esqueletizada versus AMI pediculada: diferencia de medias ponderada: 23,24 ml/min; IC 95%: 7,52-38,96; p = 0,004	
	15 estudios comparando: 1.607 AMI esqueletizadas versus 3.041 AMI pediculadas	Infección de herida esternal	AMI esqueletizada versus AMI pediculada: RR 0,68; IC 95%: 0,50-0,93; p = 0,017	
Deo et al., 2013 Ann Thorac Surg EE.UU-Jordania <sup>7</sup> Metaanálisis (nivel 1 a)	5 estudios comparando en pacientes diabéticos: 571 AMI únicas pediculadas versus 542 AMI dobles esqueletizadas 5 estudios en pacientes diabéticos comparando: 120.663 AMI únicas pediculadas versus 2996 AMI dobles pediculadas	Infección de herida esternal	AMI dobles esqueletizada versus únicas pediculadas: RR 0,94; IC 95%: 0,42-2,09; p = 0,95 AMI dobles pediculada versus únicas pediculada: RR 1,82; IC 95%: 1,42-2,33; p < 0,0001	La disección pediculada debe evitarse cuando se utilizan ambas AMI
Saso et al., 2010 Ann Thorac Surg Reino Unido <sup>8</sup> Metaanálisis (nivel 1 a)	13 estudios comparando: 1.886 AMI esqueletizadas versus 1.777 AMI pediculadas	Infección de herida esternal	AMI esqueletizada versus pediculada: OR 0,41; IC 95%: 0,26-0,64; p < 0,0001 AMI esqueletizada versus pediculada en pacientes diabéticos: OR 0,20; IC 95%: 0,12-0,34; p < 0,00001 AMI doble esqueletizada versus pediculada: OR 0,31; IC 95%: 0,17-0,56; p < 0,0001	La esqueletización disminuye el riesgo de IHE. Este efecto es más evidente cuando se analizan pacientes diabéticos o pacientes con disección de ambas AMI
Benedetto et al. Subestudio del ART trial, 2016 J Thorac Cardiovasc Surg Reino Unido <sup>9</sup> Estudio de cohorte retrospectivo (nivel 3)	2056 pacientes del ensayo ART Análisis con ajuste por <i>propensity score</i> llevado a cabo entre los siguientes grupos: 607 AMI únicas pediculadas, 459 AMI dobles pediculadas, 512 AMI únicas esqueletizadas, 478 AMI dobles esqueletizadas	Infección de herida esternal	AMI doble pediculada versus AMI única pediculada: OR 1,85; IC 95%: 1,5-2,74; p = 0,002 AMI única esqueletizada versus AMI única pediculada: OR 0,98; IC 95%: 0,64-1,52; p = 0,94 AMI doble esqueletizada versus AMI única pediculada: OR 0,87; IC 95%: 0,55-1,36; p = 0,53 AMI doble pediculada versus AMI única pediculada en pacientes con IMC > 30: OR 2,07; IC 95%: 1,09-3,90	Comparado con el uso de AMI única pediculada, el uso de AMI doble pediculada casi dobla el riesgo de complicaciones de la herida esternal Comparado con el uso de AMI única pediculada, el uso de AMI única y doble esqueletizada no muestra un impacto significativo en las complicaciones de herida esternal La técnica esqueletizada debe usarse cuando se planifique la disección de ambas AMI, independientemente del perfil de riesgo del paciente (presencia de diabetes u obesidad)

Tabla 1 (continuación)

Autor, fecha y país, tipo de estudio (nivel de evidencia)	Grupos de pacientes / estudios incluidos	Resultados extraídos	Resultados clave	Conclusiones
Sun et al., 2015 J Card Surg China <sup>10</sup> Estudio de cohorte retrospectivo (nivel 3)	Estudio de cohorte retrospectivo comparando: 928 AMI izquierdas esqueletizadas versus 982 AMI izquierdas pediculadas	Longitud del injerto Flujo del injerto Permeabilidad del injerto	AMI esqueletizadas: 19,8 ± 1,8 cm AMI pediculadas: 16,1 ± 0,7 cm (p < 0,001) AMI esqueletizadas: 28,4 ± 8,7 ml/min AMI pediculadas: 24,5 ± 9,4 ml/min (p < 0,001) Al año: de 778 AMI esqueletizadas, 95,2% permeables De 795 AMI pediculadas, 93,8% permeables (p = 0,47) Tasa de infección herida esternal: Grupo AMI esqueletizadas: 1,7% Grupo AMI pediculadas: 1,9% (p = 0,87)	Mayor flujo y longitud de las AMI esqueletizadas, pero sin diferencias en términos de IHE y permeabilidad
Di Mauro et al., 2015 Reino de Arabia Saudita <sup>11</sup> Estudio de cohorte retrospectivo (nivel 3)	Estudio con emparejamiento por <i>propensity score</i> comparando: 175 AMI dobles esqueletizadas versus 175 AMI dobles pediculadas	Infección de herida esternal	Tasa de infección herida esternal en el grupo de AMI dobles esqueletizadas: 1,7% Tasa de infección herida esternal en el grupo de AMI dobles pediculadas: 7,4% (p = 0,01) Tasa de infección: Grupo esqueletizado: 6,2% Grupo pediculado: 7,5% (p = 0,021) AMI dobles esqueletizadas versus AMI dobles pediculadas: OR 0,606, IC 95%: 0,383-0,957; p = 0,032)	Menor tasa de problemas relacionados con la herida esternal con AMI dobles esqueletizadas
Rubens et al., 2016 Ann Thorac Surg Canadá <sup>12</sup> Estudio de cohorte retrospectivo (nivel 3)	Estudio con ajuste por <i>propensity score</i> comparando: 531 AMI dobles esqueletizadas versus 970 AMI dobles pediculadas	Infección de herida esternal	Tasa de infección: Grupo esqueletizado: 0,9% Grupo pediculado: 3,9% (p no significativa) Tasa de complicaciones superficiales de herida esternal: Grupo esqueletizado: 3,5% Grupo pediculado: 12,1% (p < 0,05)	La esqueletización disminuye el riesgo de IHE tras cirugía de revascularización coronaria con AMI bilateral
Hirose H et al., 2003 ICVTS Japón <sup>13</sup> Estudio de cohorte retrospectivo (nivel 3)	Estudio de cohorte retrospectivo realizado en pacientes diabéticos comparando: 115 AMI dobles esqueletizadas versus 99 AMI dobles pediculadas	Infección de herida esternal Permeabilidad del injerto	Tasa de mediastinitis: Grupo esqueletizado: 0% Grupo pediculado: 0% Tasa de oclusión: Grupo esqueletizado: 0% Grupo pediculado: 0% Tasa de mediastinitis: Grupo esqueletizado: 0,0% Grupo pediculado: 8,6% (p = 0,24)	La esqueletización en pacientes diabéticos que van a someterse a disección de ambas AMI puede disminuir las complicaciones a nivel de herida esternal
Milani et al., 2008 Rev Bras Cir Cardiovasc Brasil <sup>14</sup> Estudio de cohorte retrospectivo (nivel 3)	Estudio de cohorte retrospectivo realizado en pacientes diabéticos comparando: 35 AMI dobles esqueletizadas versus 35 AMI dobles pediculadas	Infección de herida esternal	Tasa de infección herida esternal profunda: Grupo esqueletizado: 1,3% Grupo pediculado: 11,1% (p = 0,03) Predictores independientes de IHE: Disección pediculada de AMI (OR 8,2; IC 95%: 1,9-36,4) y enfermedad vascular periférica (OR 7,6; IC 95%: 1,7-33,2)	Menor tasa de mediastinitis en el grupo esqueletizado sin significación estadística
Peterson et al., 2003 J Thorac Cardiovasc Surg Canada <sup>15</sup> Estudio de cohorte retrospectivo (nivel 3)	Estudio de cohorte retrospectivo realizado en pacientes diabéticos comparando: 79 AMI dobles esqueletizadas versus 36 AMI dobles pediculadas	Infección de herida esternal	Tasa de mediastinitis: Grupo esqueletizado: 1,2% Grupo pediculado: 12,5% (p = 0,008)	En pacientes diabéticos, la disección de AMI dobles pediculadas aumenta el riesgo de infección herida esternal de forma independientes
Sa et al., 2011 Rev Bras Cir Cardiovasc Brasil <sup>16</sup> Estudio de cohorte retrospectivo (nivel 3)	Estudio de cohorte retrospectivo realizado en pacientes con edad > 70 años comparando: 80 AMI izquierdas esqueletizadas versus 80 AMI izquierdas pediculadas	Infección de herida esternal	Tasa de IHE: Grupo esqueletizado: 3,3% Grupo pediculado: 4,7% (p = 0,4) La disección pediculada de la AMI, pero no la esqueletizada, es un predictor independiente de infección profunda de herida esternal (OR 4,1; IC 95%: 1,4-12,1; p = 0,01) y de infección superficial de herida esternal (OR 3,0; IC 95%: 1,6-5,4; p = 0,0002)	En pacientes mayores, la disección pediculada de una sola arteria mamaria se asocia con mayores tasas de IHE
De Paulis et al., 2005 J Thorac Cardiovasc Surg Italia <sup>17</sup> Estudio de cohorte retrospectivo (nivel 3)	Estudio de cohorte retrospectivo comparando: 150 AMI dobles esqueletizadas versus 300 AMI dobles pediculadas	Infección de herida esternal		La disección pediculada de AMI doble, pero no la esqueletizada, aumenta el riesgo de infección herida esternal superficial y profunda de forma independiente

Tabla 1 (continuación)

Autor, fecha y país, tipo de estudio (nivel de evidencia)	Grupos de pacientes / estudios incluidos	Resultados extraídos	Resultados clave	Conclusiones
Onorati et al., 2007 Ann Thorac Surg Italia <sup>18</sup> Estudio de cohorte retrospectivo (nivel 3)	Estudio de cohorte retrospectivo comparando: 129 AMI esquelizadas versus 387 AMI pediculadas	Flujo del injerto  Infección de herida esternal	Flujo medio de AMI pediculadas: 29,9 ± 21,3 ml/min Flujo medio de AMI esquelizadas: 27,2 ± 12,4 (p = 0,17) Infección profunda de herida esternal: Grupo pediculado: 1,5% Grupo pediculado: 0,8% (p = 0,53) Infección superficial de herida esternal: Grupo pediculado: 2,6% Grupo esquelizado: 0,0% (p = 0,05)	La disección pediculada de AMI izquierda conlleva un mayor riesgo de complicaciones menores de herida esternal.
Sa et al., 2011 Rev Bras Cir Cardiovasc Brasil <sup>19</sup> Estudio de cohorte retrospectivo (nivel 3)	Estudio de cohorte retrospectivo realizado en pacientes diabéticos comparando: 67 AMI izquierdas esquelizadas versus 90 AMI izquierdas pediculadas	Infección de herida esternal	Tasa de mediastinitis: Grupo esquelizado: 1,5% Grupo pediculado: 11,1% (p = 0,016)	En pacientes diabéticos la disección pediculada de una sola AMI se asocia con una mayor tasa de infección herida esternal
Deja et al., 1999 Ann Thorac Surg Polonia <sup>20</sup> Estudio de cohorte prospectivo (nivel 3)	Estudio de cohorte prospectivo comparando: 70 AMI izquierdas esquelizadas versus 287 AMI izquierdas pediculadas	Longitud del injerto  Flujo del injerto  Infección herida esternal	AMI esquelizadas: 20,3 ± 0,52 cm AMI pediculadas: 17,8 ± 1,14 cm (p = 0,11) Flujo libre: AMI esquelizadas: 100,3 ± 14,84 ml/min AMI pediculadas: 66,3 ± 7,42 ml/min (p = 0,048) Grupo esquelizado: 0% Grupo pediculado: 1,4% (p no significativa)	La esquelización proporciona mayor flujo libre del injerto
Fouquet et al. 2015 ICTVS Francia <sup>21</sup> Revisión sistemática (nivel 2 a)	11 estudios analizados según la metodología Best Bet <sup>2</sup>	Infección herida esternal Dolor torácico Función pulmonar	La esquelización se asocia con menos infecciones de la herida, menor intensidad de dolor torácico y conserva mejor la función pulmonar	La esquelización de la AMI disminuye la incidencia de complicaciones pulmonares y esternales postoperatorias
Aldea et al., 2016 Ann Thorac Surg EE.UU. <sup>22</sup> Guía clínica	103 estudios clínicos publicados desde enero 2000	Infección herida esternal Permeabilidad del injerto	«La AMI esquelizada, en comparación con la pediculada, preserva el flujo sanguíneo esternal. Esto es especialmente relevante en pacientes con diabetes mellitus con AMI única o doble» «Las AMI esquelizadas y pediculadas tienen una permeabilidad similar»	Para reducir el riesgo de infección esternal en pacientes con AMI doble se debe considerar la esquelización (clasificación de recomendación: IIa; nivel de evidencia B)
Boodhwani et al., 2006 Circulation Canadá-EE.UU. <sup>23</sup> Ensayo clínico aleatorizado (nivel 1 b)	Ensayo clínico aleatorizado intra-paciente comparando: 47 AMI esquelizadas versus 47 AMI pediculadas	Longitud del injerto  Flujo del injerto	AMI esquelizadas: 18,2 ± 0,3 cm AMI pediculadas: 17,7 ± 0,3 cm (p = 0,09) Los flujos post-anastomosis de AMI esquelizadas y pediculadas no son significativamente diferentes (p = 0,16)	La esquelización mejora la longitud de la AMI, pero no su flujo
Kandemir et al., 2007 Heart Surg Forum Turquia <sup>24</sup> Estudio de cohorte retrospectivo (nivel 3)	Estudio de cohorte retrospectivo comparando: 40 AMI esquelizadas versus 44 AMI pediculadas AMI	Longitud del injerto  Flujo del injerto	AMI esquelizadas 19,0 ± 0,6 cm AMI pediculadas: 15,7 ± 0,4 cm (p = 0,001) AMI esquelizadas: 88,6 ± 6,9 ml/min AMI pediculadas 62,4 ± 4,8 ml/min (p = 0,001)	Las AMI esquelizadas presentan mayor flujo libre y mayor longitud comparadas con las pediculadas
Behranwala et al., 2005 ICVTS Reino Unido <sup>25</sup> Revisión sistemática (nivel 2 a)	12 estudios analizados según la metodología Best Bet <sup>2</sup>	Flujo del injerto Longitud del injerto Calibre del injerto Flujo del injerto	Las AMI esquelizadas presentan mayor longitud, diámetro y flujo comparada con las pediculadas	La esquelización debería ser la técnica de elección para los pacientes diabéticos que se someten a cirugía con AMI doble
Chaudhri et al., 2016 Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan Pakistán <sup>26</sup> Ensayo clínico aleatorizado (nivel 1 b)	Ensayo clínico aleatorizado comparando: 928 AMI izquierdas esquelizadas versus 982 AMI izquierdas pediculadas	Flujo del injerto	AMI esquelizadas: 70,7 ± 25,3 ml/min AMI pediculadas: 60,7 ± 13,4 ml/min (p = 0,004)	Las AMI esquelizadas presentan mayor flujo libre de las pediculadas

Tabla 1 (continuación)

Autor, fecha y país, tipo de estudio (nivel de evidencia)	Grupos de pacientes / estudios incluidos	Resultados extraídos	Resultados clave	Conclusiones
Sa et al., 2015 Eur J Cardiothorac Surg Brasil <sup>27</sup> Metaanálisis (nivel 1 a)	8 estudios comparando: 360 AMI esquelizadas versus 547 AMI pediculadas	Flujo del injerto	AMI esquelizadas versus pediculadas: flujo adicional 20,8 ml/min; IC 95%: 6,6-35,0; p = 0,004 De acuerdo con la meta-regresión, la diferencia en términos de capacidad de flujo entre las AMI esquelizadas y las pediculadas es modulada por la proporción de pacientes mujeres de pacientes diabéticos y por la edad de los pacientes	Las AMI esquelizadas presentan mayor flujo comparadas con las pediculadas
Mannacio et al., 2011 Ann Thorac Surg Italia <sup>28</sup> Ensayo clínico aleatorizado (nivel 1 b)	Ensayo clínico aleatorizado comparando 100 AMI esquelizadas versus 100 AMI pediculadas	Flujo del injerto	AMI esquelizadas: 30,3 ± 13,2 ml/min. AMI pediculadas: 25,4 ± 11,1 ml/min (p = 0,0005)	Las AMI esquelizadas presentan mayor flujo comparadas con las pediculadas
Athanasios et al., 2004 Ann Thorac Surg Reino Unido <sup>29</sup> Metaanálisis (nivel 1 a)	4 estudios comparando: 143 AMI esquelizadas versus 351 AMI pediculadas	Flujo del injerto	AMI esquelizadas versus pediculadas: flujo adicional 32,9 ml/min, IC 95%: 29,5-36,3 (p < 0,0001)	Las AMI esquelizadas presentan mayor flujo comparadas con las pediculadas
Castro et al., 2004 Arquivos Brasileiros de Cardiologia Brasil <sup>30</sup> Ensayo clínico aleatorizado (nivel 1 b)	Ensayo clínico aleatorizado: 25 AMI esquelizadas versus 25 AMI pediculadas	Flujo del injerto	AMI pediculadas, flujo medio: 46 ± 16 ml/min AMI esquelizadas, flujo medio: 57 ± 27 ml/min (p = 0,03)	Las AMI esquelizadas presentan mayor flujo y calibre comparadas con las pediculadas
		Calibre del injerto	AMI pediculadas, calibre medio: 1,4 ± 0,1 mm AMI esquelizadas, calibre medio: 1,8 ± 0,2 mm (p = 0,01)	
Sa et al., 2014 Int J Surg Brasil <sup>31</sup> Metaanálisis (nivel 1 a)	5 estudios comparando: 1.145 AMI esquelizadas versus 619 AMI pediculadas	Permeabilidad del injerto	AMI esquelizadas versus pediculadas: OR 1,351; IC 95%: 0,408-4,471 (p = 0,801)	Las AMI esquelizadas y pediculadas no muestran diferencias en términos de permeabilidad
Ali et al., 2009 ICVTS Reino Unido <sup>32</sup> Revisión sistemática (nivel 2 a)	17 estudios analizados según la metodología Best Bet <sup>2</sup>	Permeabilidad del injerto	La permeabilidad a corto y a largo plazo de las AMI esquelizadas y pediculadas son comparables	Las AMI esquelizadas y pediculadas proporcionan tasas de permeabilidad excelentes y comparables

AMI: arteria mamaria interna; IC: intervalo de confianza; IHE: infección de la herida esternal; OR: odds ratio; RR: relación de riesgo.

3 planos del tórax anterior: hueso —a través de ramas esternales, xifoideas e intercostales anteriores—, plano muscular e integumentos superpuestos —a través de ramas perforantes musculocutáneas que penetran en el pectoral mayor. Las ramas intercostales anteriores, esternales y perforantes pueden tener un origen independiente desde la AMI, o pueden compartir el origen desde una rama lateral de esta<sup>34</sup>. Las AMI, a través de las arteriolas perforantes que surgen de una de sus ramas terminales —la arteria epigástrica superior—, contribuyen, junto con un articulado árbol vascular en el que participan ramas de la arteria epigástrica inferior profunda, a la vascularización del integumento ventromedial del tórax inferior y de la pared abdominal supra y periumbilical<sup>35,36</sup>.

Dada la evidente asociación entre disminución de la perfusión de la pared torácica anterior y riesgo de infecciones esternales<sup>37</sup> y el posible impacto de estas sobre la supervivencia a corto y a largo plazo de pacientes intervenidos de revascularización miocárdica<sup>38</sup>, se hace necesario identificar la mejor técnica posible de preparación quirúrgica de la AMI. De todos los estudios incluidos en la presente revisión sistemática cabe destacar el de Boodhwani et al.<sup>23</sup>. Se trata del único ensayo aleatorizado intra-paciente publicado sobre el tema: en breve, el hemiesternón correspondiente al lado donde la AMI había sido esquelizada presentaba mejor perfusión respecto a la parte contralateral correspondiente al lado donde la AMI había sido preparada de forma pediculada. Sobre esta premisa fisiopatológica se basa la conspicua literatura, identificada por la presente revisión, que documenta que la esquelización de la AMI reduce el riesgo de complicaciones esternales respecto a la técnica pediculada.

En conclusión, la presente revisión sistemática documenta que la esquelización de la AMI proporciona un beneficio significativo en términos de reducción de riesgo de IHE y aumento de la longitud, calibre y flujo del injerto, en comparación con la AMI pediculada. Los beneficios clínicos de la esquelización son evidentes especialmente, pero no exclusivamente, en pacientes sometidos a cirugía con uso de AMI doble y en pacientes diabéticos. Por esta razón, se recomienda la esquelización en estas circunstancias. A pesar del aumento del flujo, de las ventajas anatómicas (mayor longitud y calibre) y de la equivalencia en términos de permeabilidad en comparación con la AMI pediculada, no hay evidencia sólida que respalde la esquelización en pacientes que se someten a cirugía con uso de AMI única.

## Financiación

El presente artículo no ha recibido financiación alguna.

## Conflicto de intereses

Ninguno.

## Bibliografía

- Sousa-Uva M, Neumann FJ, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. Eur J Cardiothorac Surg. 2019;55:4–90.
- Dunning J, Prendergast B, Mackway-Jones K. Towards evidence-based medicine in cardiothoracic surgery: Best BETS. Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2003;2:405–9.

3. Sá MP, Cavalcanti PE, de Andrade Costa Santos HJ, Soares AF, Albuquerque Miranda RG, Araújo ML. Skeletonized versus pedicled bilateral internal mammary artery grafting: Outcomes and concerns analyzed through a meta-analytical approach. *Int J Surg.* 2015;16:146–52.
4. Dai C, Lu Z, Zhu H, Xue S, Lian F. Bilateral internal mammary artery grafting and risk of sternal wound infection: Evidence from observational studies. *Ann Thorac Surg.* 2013;95:1938–45.
5. Sá MP, Ferraz PE, Escobar RR, Vasconcelos FP, Ferraz AA, Braile DM, et al. Skeletonized versus pedicled internal thoracic artery and risk of sternal wound infection after coronary bypass surgery: Meta-analysis and meta-regression of 4817 patients. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2013;16:849–57.
6. Hu X, Zhao Q. Skeletonized internal thoracic artery harvest improves prognosis in high-risk population after coronary artery bypass surgery for good quality grafts. *Ann Thorac Surg.* 2011;92:48–58.
7. Deo SV, Shah IK, Dunlay SM, Erwin PJ, Locker C, Altarabsheh SE, et al. Bilateral internal thoracic artery harvest and deep sternal wound infection in diabetic patients. *Ann Thorac Surg.* 2013;95:862–9.
8. Saso S, James D, Vecht JA, Kidher E, Kokotsakis J, Malinovski V, et al. Effect of skeletonization of the internal thoracic artery for coronary revascularization on the incidence of sternal wound infection. *Ann Thorac Surg.* 2010;89:661–70.
9. Benedetto U, Altman DG, Gerry S, Gray A, Lees B, Pawlaczyk R, et al. Arterial Revascularization Trial investigators. Pedicled and skeletonized single and bilateral internal thoracic artery grafts and the incidence of sternal wound complications: Insights from the Arterial Revascularization Trial. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2016;152:270–6.
10. Sun X, Huang J, Wang W, Lu S, Zhu K, Li J, et al. Off-pump skeletonized versus pedicled left internal mammary artery grafting: Mid-term results. *J Card Surg.* 2015;30:494–9.
11. Di Mauro M, Iacò AL, Acitelli A, d'Ambrosio G, Filippini L, Salustri E, et al. Bilateral internal mammary artery for multi-territory myocardial revascularization: Long-term follow-up of pedicled versus skeletonized conduits. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2015;47:698–702.
12. Rubens FD, Chen L, Bourke M. Assessment of the association of bilateral internal thoracic artery skeletonization and sternal wound infection after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg.* 2016;101:1677–82.
13. Hirose H, Amano A, Takanashi S, Takahashi A. Skeletonized bilateral internal mammary artery grafting for patients with diabetes. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2003;2:287–92.
14. Milani R, Brofman PR, Guimarães M, Barboza L, Tchaick RM, Meister Filho H, et al. Double skeletonized internal thoracic artery vs. double conventional internal thoracic artery in diabetic patients submitted to OPCAB. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2008;23:351–7.
15. Peterson MD, Borger MA, Rao V, Peniston CM, Feindel CM. Skeletonization of bilateral internal thoracic artery grafts lowers the risk of sternal infection in patients with diabetes. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003;126:1314–9.
16. Oliveira Sá MP, Santos CA, Figueiredo OJ, Lima RO, Ferraz PE, Soares AM, et al. Skeletonized internal thoracic artery is associated with lower rates of mediastinitis in elderly undergoing coronary artery bypass grafting surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2011;26:617–23.
17. De Paulis R, de Notaris S, Scaffa R, Nardella S, Zeitani J, del Giudice C, et al. The effect of bilateral internal thoracic artery harvesting on superficial and deep sternal infection: The role of skeletonization. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005;129:536–43.
18. Onorati F, Esposito A, Pezzo F, di Virgilio A, Mastroroberto P, Renzulli A. Hospital outcome analysis after different techniques of left internal mammary grafts harvesting. *Ann Thorac Surg.* 2007;84:1912–9.
19. Sá MP, Soares EF, Santos CA, Figueiredo OJ, Lima RO, Escobar RR, et al. Skeletonized left internal thoracic artery is associated with lower rates of mediastinitis in diabetic patients. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2011;2:183–9.
20. Deja MA, Woś S, Gołba KS, Zurek P, Domaradzki W, Bachowski R, et al. Intraoperative and laboratory evaluation of skeletonized versus pedicled internal thoracic artery. *Ann Thorac Surg.* 1999;68:2164–8.
21. Fouquet O, Tariel F, Desulauze P, Mével G. Does a skeletonized internal thoracic artery give fewer postoperative complications than a pedicled artery for patients undergoing coronary artery bypass grafting? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2015;20:663–8.
22. Aldea GS, Bakaeen FG, Pal J, Fremes S, Head SJ, Sabik J, et al., Society of Thoracic Surgeons. The Society of Thoracic Surgeons clinical practice guidelines on arterial conduits for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg.* 2016;101:801–9.
23. Boodhwani M, Lam BK, Nathan HJ, Mesana TG, Ruel M, Zeng W, et al. Skeletonized internal thoracic artery harvest reduces pain and dysesthesia and improves sternal perfusion after coronary artery bypass surgery: A randomized, double-blind, within-patient comparison. *Circulation.* 2006;22:766–73.
24. Kandemir O, Buyukates M, Gun BD, Turan SA, Tokmakoglu H. Intraoperative and histochemical comparison of the skeletonized and pedicled internal thoracic artery. *Heart Surg Forum.* 2007;10:E158–61.
25. Behranwala AA, Raja SG, Dunning J. Is skeletonized internal mammary harvest better than pedicled internal mammary harvest for patients undergoing coronary artery bypass grafting? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2005;4:577–82.
26. Chaudhri MS, Shah MU, Asghar MI, Siddiqi R, Janjua AM, Iqbal A. Skeletonization of left internal mammary artery in coronary artery bypass grafting. *J Coll Physicians Surg Pak.* 2016;26:736–9.
27. Sá MP, Cavalcanti PE, Santos HJ, Soares AF, Miranda RG, Araújo ML, et al. Flow capacity of skeletonized versus pedicled internal thoracic artery in coronary artery bypass graft surgery: Systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2015;48:25–31.
28. Mannacio V, di Tommaso L, de Amicis V, Stassano P, Vosa C. Randomized flow capacity comparison of skeletonized and pedicled left internal mammary artery. *Ann Thorac Surg.* 2011;91:24–30.
29. Athanasios T, Crossman MC, Asimakopoulos G, Cherian A, Weerasinghe A, Glenville B, et al. Should the internal thoracic artery be skeletonized? *Ann Thorac Surg.* 2004;77:2238–46.
30. Castro GP, Dussin LH, Wender OB, Barbosa GV, Saadi EK. Comparative analysis of the flows of left internal thoracic artery grafts dissected in the pedicled versus skeletonized manner for myocardial revascularization surgery. *Arq Bras Cardiol.* 2005;84:261–6.
31. Sá MP, Ferraz PE, Escobar RR, Nunes EO, Lustosa P, Vasconcelos FP, et al. Patency of skeletonized versus pedicled internal thoracic artery in coronary bypass graft surgery: A systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Int J Surg.* 2014;12:666–72.
32. Ali E, Saso S, Ashrafian H, Athanasios T. Does a skeletonized or pedicled left internal thoracic artery give the best graft patency? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2010;10:97–104.
33. Rikimaru H, Kiyokawa K, Inoue Y, Tai Y. Three-dimensional anatomical vascular distribution in the pectoralis major myocutaneous flap. *Plast Reconstr Surg.* 2005;115:1342–52.
34. Henriquez-Pino JA, Gomes WJ, Prates JC, Buffolo E. Surgical anatomy of the internal thoracic artery. *Ann Thorac Surg.* 1997;64:1041–5.
35. Blondeel PN, Hallock GG, Morris SF, Neligan PC. *Perforators Flaps: Anatomy, Technique & Clinical Applications.* St. Louis (MO): Quality Medical Publishing, Inc.; 2006.
36. Schmidt M, Tinhofer I, Duscher D, Huemer GM. Perforasomes of the upper abdomen: An anatomical study. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2014;67:42–7.
37. Douville EC, Asaph JW, Dworkin RJ, Handy JR Jr, Canepa CS, Grunkemeier GL, et al. Sternal preservation: A better way to treat most sternal wound complications after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg.* 2004;78:1659–64.
38. Toumpoulis IK, Anagnostopoulos CE, Derosé JJ Jr, Swistel DG. The impact of deep sternal wound infection on long-term survival after coronary artery bypass grafting. *Chest.* 2005;12:464–71.